

KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT

Mohammad Pranoto S.

Staf Pengajar Jurusan Teknik Arsitektur - UPN"Veteran"Jatim

ABSTRACT

Thermal comfort is specific issue in damped tropical climate region. It emerged from in this region highly moist condition and temperature. Natural ventilation is one of passive cooling strategies. Natural ventilation in traditional buildings in tropical climate use to reach thermal comfort. Therefore, emerged problem in this research are, how far the roof element of Joglo-based in natural ventilation can be use formed indoor thermal comfort.

This thesis contained about natural ventilation on open roof house element of Joglo-based roof house. This method using computer simulation CFD program (Computational Fluid Dynamics), it use to tracking pattern and air movement direction also amount of air velocity and air direction in object of ventilation Joglo- based roof house. And, result of this research can show that, on open roof modification condition, roof ventilation of Joglo Mangkurat-based roof house able to add indoor air rate velocity, that value between 0.4 until 0.5 m/s, interval value for air pressure between 0.8 – 1.0 kg/ms², and giving the indoor majority cooling effect, between 0.95 until 1.2 C.

Keywords : *roof ventilation design, natural ventilation, Joglo Mangkurat-based roof house.*

ABSTRAK

Kenyamanan termal adalah masalah yang spesifik di daerah beriklim tropis lembab. Masalah yang timbul pada daerah ini adalah tingginya kondisi kelembaban dan temperatur. Penghawaan alami adalah salah satu dari strategi *passive cooling*. Penghawaan alami pada bangunan tradisional di daerah tropis, berguna untuk mencapai kenyamanan termal. Permasalahan yang timbul pada penelitian ini adalah, sejauhmana peran ventilasi atap pada penghawaan alami, serta terbentuknya performa angin didalam ruangan.

Penelitian ini berisi tentang penghawaan alami, pada ventilasi atap rumah berbasis rumah Joglo *Mangkurat*. Metode penelitian ini menggunakan simulasi komputer dengan *software* program CFX-5 berbasis CFD (*Computational Fluid Dynamics*), yang mana program ini digunakan untuk mengetahui pola, arah pergerakan dan besaran kecepatan angin pada objek

**KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH
BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT
(Mohammad Pranoto S.)**

rumah yang berventilasi atap berbasis Joglo *Mangkurat*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa, ventilasi atap rumah berbasis rumah Joglo *Mangkurat* mampu menambah kecepatan angin rerata di dalam bangunan tersebut, yaitu sebesar 0.4 - 0.5 m/s, dan dengan selisih tekanan udara berkisar pada 0.8 – 1.0 kg/ms², mampu memberi efek pendinginan dominan dalam ruangan, sebesar 0.95 – 1.2C .

Kata kunci: Desain ventilasi atap, penghawaan alami, rumah Joglo *Mangkurat*.

PENDAHULUAN

Penelitian ini membahas kemungkinan diterapkannya ventilasi atap pada rumah berbasis rumah tradisional Jawa khususnya yang ada di Jawa Tengah dengan obyek kajian atap Joglo. Uraian tentang pemilihan objek serta latar belakang yang mendasari penelitian ini, didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Santosa (1994) serta referensi penelitian dari Satwiko (2000) yang mengulas tentang dasar teori yang digunakan dan potensi objek yang hendak dipilih serta adanya suatu peluang yang akan dicapai, berkaitan dengan pola pergerakan angin di dalam dan di luar bangunan yang berimplikasi terhadap kondisi termal bangunan. Menurut Santosa (1994), kelakuan panas atap dipengaruhi oleh prinsip laju panas, dimana pada konstruksi atap, sepenuhnya menerima panas dari radiasi matahari, sehingga besaran-besarannya ditentukan oleh lokasi, kemudian orientasi utama dan terakhir adalah kemiringan atap.

Ketiga unsur tersebut mempengaruhi besaran radiasi matahari global / *global*

irradiance (W / M^2). Disamping itu, ada 2 unsur yang mempunyai pengaruh terhadap besaran hambatan panas, yaitu jenis material penutup atap dan rancangan ruang atap, dengan ventilasi dan dengan tanpa ventilasi.

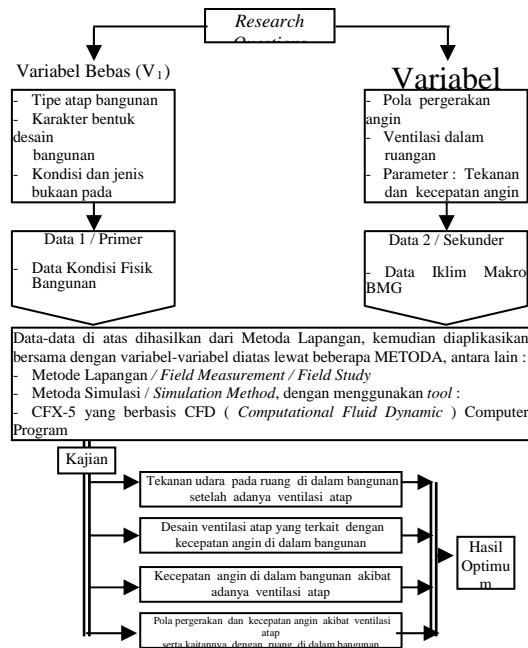
Menurut Wonorahardjo (2000), berdasarkan analisa *time lag* pada bangunan rumah tipe 45 di daerah tropis lembab, bahwa ventilasi atap dapat berpengaruh terhadap performa dan keseimbangan termal di dalam ruangan rumah.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan dua jenis basis atap joglo yang direpresentasikan mewakili tipe basis atap Joglo eksisting dan modifikasi, yaitu: *sinom apitan* dan *mangkurat*. Software komputer yang dipakai adalah CFX- 5 berbasis *CFD* serta dua jenis variabel yang berfungsi untuk mendeteksi bagaimana efek dari penggunaan ventilasi pada atap Joglo tersebut terhadap proses pergantian udara di dalam bangunan, serta bukaan mana yang efektif dalam kelancaran sirkulasi udara .

KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT (Mohammad Pranoto S.)

Berikut adalah skema diagram alur yang digunakan pada penelitian ini:



Tujuan yang diharapkan dapat digunakan sebagai masukan dari penelitian ini, yaitu :

1. Sebagai pedoman mengenai efek disain ventilasi atap rumah berbasis rumah joglo terhadap sirkulasi udara di dalam bangunan.
2. Untuk mendapatkan gambaran pada basis atap joglo manakah yang dapat

membantu sirkulasi udara paling optimal di dalam bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Analisa data iklim makro di Yogyakarta¹.

Data iklim terdiri dari data suhu udara, data kecepatan angin dan data arah angin. Dari ketiga jenis data tersebut, maka diperoleh besaran rata-rata di setiap jenis adalah sebagai berikut, yaitu:

Data suhu udara terpanas rata-rata dalam 5 tahun terakhir adalah pada bulan April yaitu sebesar **27.3 °C**. Data kecepatan angin pada bulan terpanas rata-rata dalam 5 tahun,yaitu sebesar **2.3 Knot**. Data arah angin pada bulan terpanas rata-rata dalam 5 tahun terakhir, adalah sebesar **180**

a. Bangunan *dalem* didalam kompleks bangunan tradisional Jawa

Bangunan *dalem*/rumah tersebut, tepat berada di belakang *pendopo* dan diapit oleh *gandok*. Jarak antara *pacaosan* (bangunan terdepan) dengan pintu masuk rumah adalah 30.25 m. Jarak antara jendela kiri dengan tembok *gandok* kiri terluar sebesar

¹ Sumber data BMG Lanud Adisucipto, Yogyakarta dalam 5 tahun terakhir yaitu tahun 2000- 2004

17 m ,demikian juga halnya dengan jarak antara jendela kanan dengan tembok *gandok* kanan terluar.

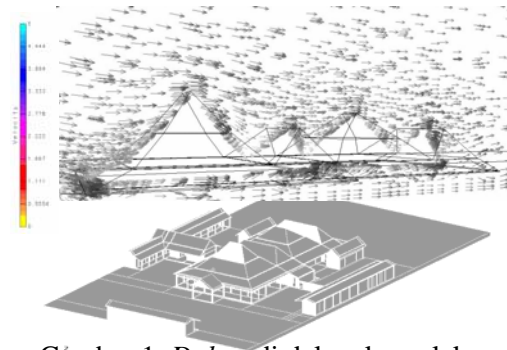
Hal diatas dipakai untuk mengetahui ruang gerak angin yang akan masuk kedalam bangunan *dalem*, dengan mengabaikan tiang-tiang kolom pada *pendopo* yang secara analitis, berpengaruh kecil terhadap besaran kecepatan angin, disamping itu juga keterbatasan *software* CFX-5..Analisa yang dilakukan pada visualisasi pola gerak serta kecepatan udara yang terjadi di kompleks bangunan tradisional Jawa, adalah :

c. Pola gerak angin dan kecepatan udara, serta udara di deretan atap *pendopo*, *paringgitan*, *dalem* dan *pakiwan*

Hal ini dilakukan,karena keterbatasan program CFX-5 dalam memproses seluruh bangunan yang ada di dalam kompleks tersebut, sehingga harus dilakukan suatu upaya pemecahan bangunan dan bagian bangunan yang berkaitan dengan akses pola gerak angin serta suhu udara pada bangunan yang akan diteliti, yaitu *dalem*.

Pola gerak angin dan kecepatannya pada gambar menunjukkan, angin bergerak ke arah utara, tepatnya pada sudut **180** serta terjadi pengurangan kecepatan tepat di depan atap joglo *dalem*, sebesar **0.9 m/s** atau **1.7 Knot** dari data awal yang dimasukkan didepan kompleks bangunan

tradisional Jawa tersebut yaitu sebesar **2.3 Knot**. Dari data inilah yang akan dipergunakan sebagai *input data* untuk masuk ke dalam bangunan *dalem* bagian atas. Suhu udara disekitar deretan atap tersebut adalah sebesar **27.3 C** atau **300.4 K**.



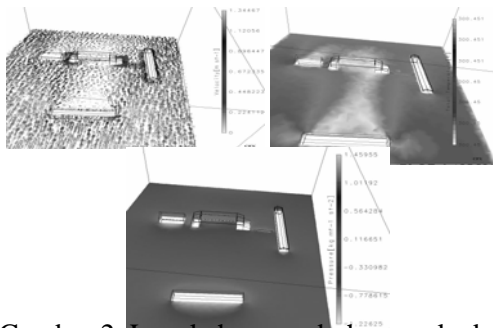
Gambar 1. *Dalem* di dalam kompleks bangunan tradisional Jawa dan Kecepatan dan Pola gerak angin di deretan atap, sebagai langkah penyederhanaan pertama. Sumber : Hasil simulasi CFX-5, v.2002.

d. Pola gerak angin dan kecepatan, serta suhu udara di bagian dinding depan bangunan *dalem*

Hal ini juga dilakukan karena keterbatasan program CFX-5 dalam memproses seluruh bangunan yang ada di kompleks tersebut. Pola gerak angin dan kecepatannya pada gambar menunjukkan adanya pengurangan kecepatan dari data awal yaitu **2.3 Knot** menjadi **0.9 m/s** atau **1.7 Knot**, pada sudut **180** ke arah

**KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH
BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT
(Mohammad Pranoto S.)**

selatan. Data kecepatan angin 0.9 m/s inilah yang nantinya akan dipergunakan sebagai data input untuk masuk ke bangunan *dalem* bagian bawah. Temperatur udara yang dipakai diasumsikan sebesar suhu udara luar, yaitu sebesar **27.3 C** atau **300.4 K**, karena kondisi bangunan *pendopo* yang tanpa dinding dan terbuka sehingga mudah sekali berinteraksi dengan udara diluar bangunan. Tekanan udara yang dihasilkan sebesar **0.9 kg/ ms²**.



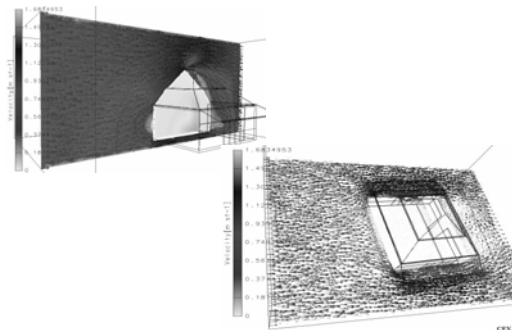
Gambar 2. Langkah penyederhanaan kedua: empat tatanan bangunan dalam *site*.
Sumber : Hasil simulasi CFX-5, v. 2002.

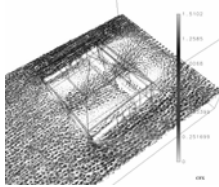
e. Basis-basis tipe Joglo di dalam bangunan *dalem*

Pada tahap berikut ini, analisa dititikberatkan pada tipe atap berbasis joglo yang telah ditetapkan yaitu:

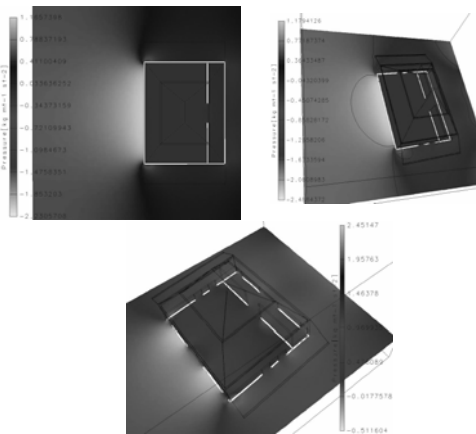
Pola Gerak, Kecepatan Angin Dan Tekanan Udara, Dalem Yang Berbasis Atap Sinom Apitan

Dalem yang berbasis atap *Sinom Apitan* adalah bangunan rumah berbentuk Joglo tanpa ada ventilasi untuk sirkulasi udara. Angin bergerak ke arah selatan tepatnya pada sudut **180** . Pada basis atap ini, dalam kondisi eksisting, kecepatan angin dominan dalam bangunan, sebesar **0 m/s**, dengan tekanan udara sebesar **-0.7 s.d. -0.6 kg/ms²**. Pada kondisi eksisting dengan bukaan 4 buah jendela, sebesar **1.5 m²/jendela**, atau **1.25%** bukaan, kecepatan angin dominan dalam bangunan, sebesar **0 – 0.1 m/s**, dengan persentase dominasi **92.5%**, dengan tekanan udara sebesar **-0.2 s.d. -0.1 kg/ms²**. Sedang kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu (**17%** bukaan), kecepatan angin dominan dalam bangunan sebesar **0.5 – 0.6 m/s**, sebesar **40%**, dengan tekanan udara sebesar **1.3 s.d. 1.4 kg/ms²**.





Gambar 3. Kecepatan dan pola gerak angin di basis atap *Sinom Apitan*, pada bidang aksis *z* dan *x*, dengan kondisi eksisting, eksisting dengan bukaan jendela (tengah), serta kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu. Sumber : Hasil simulasi CFX-5, v. 2002.



Gambar 4. Tekanan udara basis atap *Sinom Apitan*, pada bidang aksis *z*, dengan kondisi eksisting, eksisting dengan bukaan jendela (tengah), serta kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu.

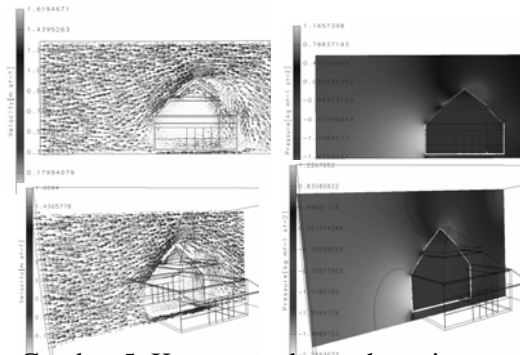
Sumber : Hasil simulasi CFX-5, v.2002.

Pola Gerak, Kecepatan Angin Dan Tekanan Udara, Pada Dalem Yang Berbasis Atap Mangkurat.

Rumah/dalem yang berbasis atap *Mangkurat*, merupakan rumah Joglo sebesar *Sinom Apitan*, yang dapat diberi interval jarak terpisah antara *gajah* (bagian atap paling tinggi) dengan *pananggap* (bagian tangan atap), sehingga terbentuklah suatu ventilasi pada atap. Ventilasi atap dibuka setinggi **0.5 m** serta seluas **12.m2 (4.6% bukaan)**. Kondisi dan jumlah jendela, sama dengan basis *Sinom Apitan* Pada kondisi eksisting, kondisi eksisting dengan bukaan jendela serta kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu, kecepatan udara dominan dalam bangunan sama dengan nilai kecepatan yang ada pada basis *Sinom Apitan*. Pada kondisi modifikasi bukaan atap (**4.6% bukaan**), kecepatan angin dan tekanan udara dominan dalam bangunan, sebesar **0.4 - 0.5 m/s** dan **0.2 - 0.3 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **27.5%**. Di kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela (**5.8% bukaan**), kecepatan angin dan tekanan udara dominan sebesar **0.5 - 0.6 m/s** dan **0.5 - 0.6 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **40%**. Terakhir, kondisi modifikasi bukaan atap, jendela serta pintu (**17% bukaan**),

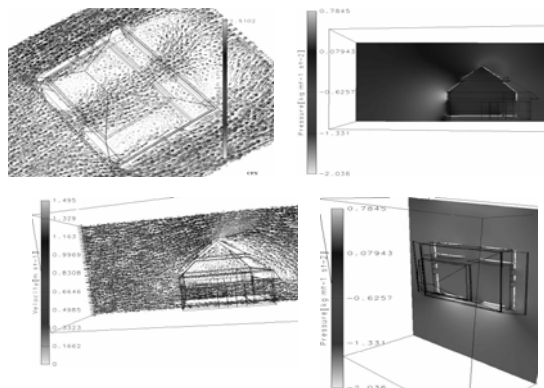
KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH BERBASIS RUMAH JOGLO *MANGKURAT* (*Mohammad Pranoto S.*)

kecepatan angin dan tekanan udara dominan sebesar **0.6 – 0.7 m/s** dan **0.4 - 0.5 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **40%**. *Leeward* juga terjadi di sekitar jendela dan pintu keluar dengan kecepatan rata-rata antara **0.6 s.d 0.7 m/s**.



Gambar 5. Kecepatan dan arah angin serta tekanan udara, di bidang aksis **x**, basis *Mangkurat*, kondisi modifikasi bukaan atap (kiri) dan kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela (kanan).

Sumber : Hasil simulasi CFX-5, v. 2002.



Gambar 6. Kecepatan dan arah angin serta tekanan udara pada bidang aksis **x** dan **z**, basis *Mangkurat*, pada kondisi modifikasi bukaan atap, jendela dan pintu.

Sumber: Hasil simulasi CFX-5, v.2002

Pada *Mangkurat*, dalam kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu, basis ini mempunyai nilai kecepatan angin dan tekanan udara dominan sebesar **0.5 - 0.6 m/s** dan **1.3 - 1.4 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **35%**. Pada kondisi modifikasi bukaan atap, kecepatan angin dan tekanan udara dominan dalam bangunan, sebesar **0.4 - 0.5 m/s** dan **0.2 - 0.3 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **25%**. Di kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela, kecepatan angin dan tekanan udara dominan sebesar **0.5 - 0.6 m/s** dan **0.5 - 0.6 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **40%**. Terakhir, pada kondisi modifikasi bukaan atap, jendela serta pintu, kecepatan angin dan tekanan udara dominan sebesar **0.6 – 0.7 m/s** dan **0.4 - 0.5 kg/ms²**, dengan persentase dominasi sebesar **40%**. *Leeward* juga terjadi di sekitar jendela dan pintu

keluar dengan kecepatan rata-rata antara **0.6 s.d 0.7 m/s**.

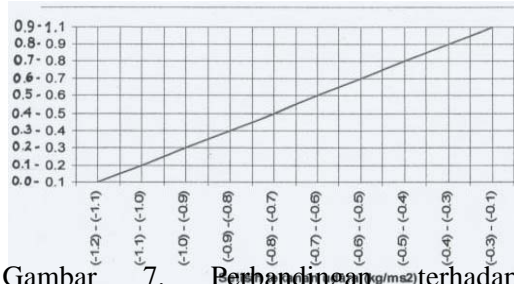
Pada kondisi pertama, yaitu kondisi eksisting, diketahui bahwa, pada tipe basis atap, *Sinom Apitan* dan *Mangkurat* semua menunjukkan nilai kecepatan angin yang sama yaitu **0 m/s**. Pada kondisi selanjutnya, yaitu kondisi modifikasi bukaan / ventilasi atap, pada basis atap yang berpotensi untuk bukaan / ventilasi atap, yaitu *Mangkurat*. Hasil akhirnya, diketahui dalam basis *Mangkurat* pada kondisi eksisting dengan bukaan jendela, mempunyai kecepatan dominan dalam bangunan sebesar **0.0 – 0.1 m/s**. Pada kondisi modifikasi bukaan atap, rumah basis atap *Mangkurat* mempunyai nilai persentase kecepatan angin dominan, yaitu sebesar **27.5%** dengan kecepatan sebesar **0.4 – 0.5 m/s**. Pada kondisi eksisting dengan bukaan jendela, pada rumah basis *Mangkurat*, persentase besaran kecepatan angin dominan, **0.0 – 0.1 m/s**, sebesar **92.5%**, dan pada kondisi modifikasi bukaan ventilasi atap serta jendela, kecepatan angin dominan berubah menjadi **0.5 – 0.6 m/s** dengan persentase **40%**. Dengan demikian, maka terjadi perubahan kecepatan angin dominan dengan persentase yang cukup signifikan, yaitu setelah dibukanya ventilasi atap pada rumah berbasis Joglo *Mangkurat*, dengan kenaikan sebesar **0.4 – 0.5 m/s** dan persentase kecepatan angin dominan di

dalam bangunan dari seluruh besaran kecepatan angin yang ada, sebesar **27.5 %**, dan persentase **40%**, pada kecepatan **0.5 – 0.6 m/s** untuk kondisi setelah dibukanya atap dan jendela.

Untuk besaran tekanan udara pada masing-masing basis atap, terlihat pada kondisi eksisting, kedua basis atap mempunyai nilai yang sama, yaitu **-0.7 s.d. -0.6 kg/ ms²**. Pada kondisi modifikasi bukaan atap, tekanan udara dominan pada basis *Mangkurat*, sebesar **0.2 – 0.3 kg/ms²** dan selisih antara besaran tekanan udara dominan kondisi eksisting dengan modifikasi bukaan atap, sebesar **0.8 – 1.0 kg/ms²**, dan ini berarti berpotensi terjadinya proses *evaporative cooling* di dalam bangunan. Kemudian pada kondisi eksisting dengan bukaan jendela, tekanan udara dominan yang terjadi pada basis atap *Mangkurat*, yaitu sebesar **-0.2 s.d. -0.1 kg/ms²**, dimana selisih antara kondisi ini dengan kondisi eksisting, sebesar **0.4 – 0.6 m/s** (lebih rendah dari kondisi modifikasi bukaan atap). Lalu pada kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela, nilai tekanan udara dominan pada basis atap *Mangkurat* sebesar **0.5 – 0.6 kg/ms²**, dan ini berarti selisihnya dengan tekanan udara dominan pada kondisi eksisting sebesar **11 – 13 kg/ms²** (lebih tinggi dari kondisi modifikasi bukaan atap).

**KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH
BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT
(Mohammad Pranoto S.)**

f. Perbandingan selisih tekanan udara di dalam dan di luar bangunan.



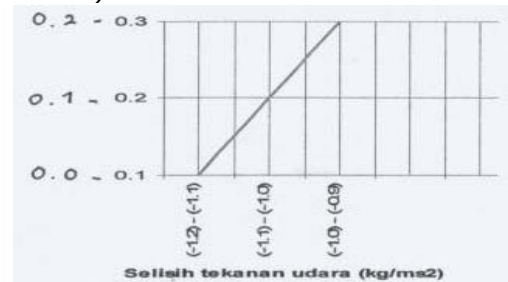
Gambar 7. Perbandingan terhadap kecepatan angin dengan selisih tekanan udara di dalam dan di luar, kondisi modifikasi bukaan atap dan modifikasi bukaan atap, jendela dan pintu, basis atap Mangkurat.

Sumber: Data hasil simulasi CFX-5, v. 2002.

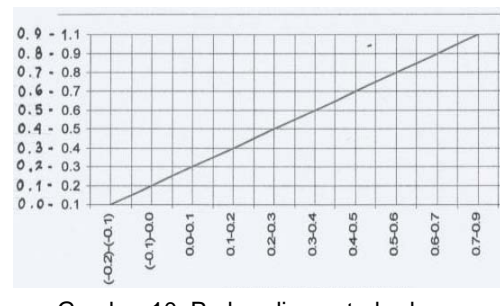


Gambar 8. Perbandingan terhadap kecepatan angin dengan selisih tekanan udara di dalam dan di luar, kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela, pada basis atap Mangkurat.

Sumber : Data hasil simulasi CFX-5, v. 2002.



Gambar 9. Perbandingan terhadap kecepatan angin dengan selisih tekanan udara di dalam dan di luar, kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu, basis atap Sinom Apitan dan Mangkurat. Sumber : Data hasil simulasi CFX-5, v. 2002.



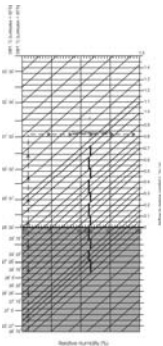
Gambar 10. Perbandingan terhadap kecepatan angin dengan selisih tekanan udara di dalam dan di luar, kondisi eksisting dengan bukaan jendela, pada basis atap Sinom Apitan dan Mangkurat.

Sumber : Data hasil simulasi CFX-5, v. 2002
Berdasarkan pada kecepatan angin perbandingan di atas, maka disimpulkan

bahwa pada kondisi eksisting dengan bukaan jendela, kedua basis atap tersebut, mempunyai selisih tekanan dengan tekanan udara luar, yaitu **-1.2 s.d -0.9 kg/ms²**, dimana nilai tekanan udara diluar bangunan adalah **1 kg/ms²**. Kemudian pada kondisi eksisting dengan bukaan jendela dan pintu, kedua basis atap tersebut juga memiliki selisih tekanan yang sama, yaitu **-0.2 s.d. 0.9 kg/ms²**, dibandingkan dengan nilai tekanan udara di luar bangunan. Pada kondisi modifikasi bukaan atap dan jendela, basis atap *Mangkurat*, juga memiliki selisih tekanan sebesar **-1.0 s.d. 0.1 kg/ms²**. Dan terakhir, pada kondisi modifikasi bukaan atap dan kondisi modifikasi bukaan atap, jendela dan pintu, basis atap *Mangkurat*, memiliki selisih besaran tekanan udara sebesar **- 1.2 s.d. -0.1 kg/ms²**. Dari selisih dalam besaran tekanan udara tersebut, dapat di simpulkan bahwa, semakin besar kecepatan angin di dalam bangunan, maka selisih tekanan udara di dalam dengan di luar, semakin kecil dan ini berarti semakin besar dimensi bukaan, maka tekanan udara juga semakin besar. Dapat disimpulkan bahwa peranan bukaan atap, pada basis atap *Mangkurat*, mampu menaikkan tekanan udara hingga mempunyai selisih dengan tekanan udara luar, sebesar **-1.2 hingga -0.1 kg/ms²**. Dan yang membedakan adalah nilai persentase masing-masing nilai selisih

tekanan udara yang ada di tiap-tiap kondisi serta basis atap.

g. Potensi kecepatan angin pada rumah berbasis kedua atap Joglo.



Kecepatan angin di dalam bangunan (m/s)	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	0.4 - 0.5	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 0.9	0.9 - 1.0
Akarnya kelembaban panas (°C)	0.05-0.55	0.05								
Akarnya panas pendinginan (°C)		0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 0.95	0.95 - 1.2	1.2 - 1.7	1.7 - 1.95	1.95 - 2.45	2.45 - 2.7	2.7-3.45
Nilai suhu yang terjadi (°C)	27.35-27.85	27.35-27.3	27.3 - 26.8	26.8-26.35	26.35-26.3	26.3-25.6	25.6 - 25.35	25.35-24.85	24.85-24.6	24.6-23.85
Nilai suhu di luar (°C)	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3

Merujuk pada hasil penggunaan

Gambar 11. Indikator hubungan antara kecepatan angin, kelembaban relatif dan temperatur udara pada rumah berbasis dua atap Joglo, melalui *Aynsley's Natural Ventilation Chart*.

Sumber: Aynsley, 1977.

04.5%, maka indikator suhu udara pada kecepatan angin antara **0.0 – 0.1 m/s** adalah, antara **26.75 – 27.25 C**, artinya masih terjadi kondisi panas, sebesar **0.05 - 0.55 C**, dari kondisi suhu udara luar / awal,

**KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH
BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT
(Mohammad Pranoto S.)**

yaitu **27.3 C**, dan berarti suhu udara terkini adalah **27.35 – 27.85 C**. Kemudian pada kecepatan angin antara **0.1 – 0.2 m/s** maka, suhu udara yang terjadi, antara **27.25 – 27.5 C**, artinya masih terjadi kondisi panas, sebesar **0.05 C**, tetapi juga telah terjadi proses pendinginan, sebesar **0.2 C**, dan berarti suhu udara terkini menjadi **27.35 – 27.1 C**. Lalu pada kecepatan angin antara **0.2 – 0.3 m/s**, dimana suhu udara yang terjadi, antara **27.5 – 27.8 C**, artinya terjadi proses pendinginan sebesar **0.2 – 0.5 C**, dan suhu udara terkini juga sebesar **27.1 – 26.8 C**. Selanjutnya pada kecepatan angin antara **0.3 – 0.4 m/s**, suhu udara yang terjadi antara **27.8 – 28.25 C**, berarti terjadi proses pendinginan sebesar **0.5 – 0.95 C**, dan itu berarti pula ,suhu udara terkini menjadi **26.8 – 26.35 C**. Pada kecepatan antara **0.4 – 0.5 m/s**, indikator suhu udara menunjuk antara **28.25 – 28.5 C**, itu juga berarti terjadi proses pendinginan sebesar **0.95 – 1.2 C**, juga mengakibatkan berubahnya suhu udara menjadi **26.35 – 26.1 C**. Kemudian, pada kecepatan angin antara **0.5 – 0.6 m/s**, suhu udara terjadi antara **28.5 – 29 C**, dan itu artinya proses pendinginan naik sebesar **1.2 – 1.7 C**, dan suhu udara terkini menjadi **26.1 – 25.6 C**. Selanjutnya, indikator suhu menunjuk **29 – 29.25 C**, dan itu terjadi pada kecepatan **0.6 – 0.7 m/s**, maka proses pendinginan terjadi sebesar **1.7**

– **1.95 C**, yang mengakibatkan suhu udara terkini menjadi **25.6 – 25.35 C**. Pada kecepatan angin antara **0.7 – 0.8 m/s**, maka suhu udara menunjuk pada **29.25 – 29.75 C**, artinya terjadi kenaikan dalam proses pendinginan, sebesar **1.95 – 2.45 C**, serta berubahnya suhu terkini menjadi **25.35 – 24.85 C**. Lalu pada kecepatan antara **0.8 – 0.9 m/s**, indikator suhu udara menunjuk pada **29.75 – 30 C**, juga artinya ada kenaikan dalam proses pendinginan, sebesar **2.45 – 2.7 C**, dan itu berarti sama, suhu udara terkini menjadi **24.85 – 24.6 C**. Dan pada kecepatan antara **0.9 – 1.1 m/s**, maka indikator suhu menunjuk pada **30 – 30.75 C**, dan itupun berarti telah terjadi proses pendinginan tertinggi, sebesar **2.7 – 3.45 C**, dari suhu udara diluar / awal, yaitu **27.3 C**, serta berubahnya suhu terkini menjadi **24.6 – 23.85 C**.

KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan serta analisa di tiap-tiap basis atap yang berfungsi sebagai variabel, maka dapat disimpulkan bahwa, ventilasi udara pada atap ternyata dapat menurunkan suhu udara didalam bangunan, dalam hal ini tipe basis atap *Mangkurat*, dapat menurunkan suhu udara didalam bangunan lebih besar dibanding dengan tipe basis atap *Sinom Apitan*.

Dari hasil yang telah tercatat diatas, maka kecenderungan yang diperoleh adalah antara lain:

- a. Adanya suatu efek *venturi* pada basis atap *Mangkurat*, dimana terjadi percepatan aliran angin akibat pengurangan luas penampang, sehingga hal ini menjadi salah satu sebab angin dapat masuk ke dalam bangunan melalui bukaan ventilasi atap (Moore, 1993).
- b. Pada kondisi modifikasi bukaan atap pada basis atap *Mangkurat*, bahwa tekanan angin pada permukaan bangunan, dimana pada arah datang angin (*winward*) terjadi tekanan positif (+) pada bangunan, sedangkan pada sisi tepi, belakang dan atas bangunan terjadi tekanan negatif (-), (Olgyay, 1963) dan (Santamouris and Asimakopoulus, 1996).
- c. Bukaan ventilasi atap pada basis atap rumah Joglo *Mangkurat*, mampu memberikan perubahan kecepatan angin dominan di dalam bangunan, dari kondisi semula (eksisting) sebesar **0 m/s**, menjadi **0.4 – 0.5 m/s**, serta mampu memberikan efek pendinginan sebesar **0.95 – 1.2 C**, sehingga menurunkan suhu udara dari rerata awal sebesar **27.3 C**, menjadi dominan terkini, sebesar **26.35 – 26.1 C**.
- c. Pergerakan angin di dalam ruangan, dapat terjadi akibat perbedaan suhu dan dinamika angin. Pergerakan angin terjadi karena perbedaan tekanan antara dua sisi, yang secara alami angin akan bergerak dari tekanan yang tinggi (+) ke tekanan yang rendah (-) (Koenigsberger, 1977). Dan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, pergerakan angin dominan terbesar, ketika bukaan atap di buka adalah pada basis atap *Mangkurat*.
- d. Pada Program berbasis *CFD*, menurut Aynsley (1977) dan diperkuat oleh Liddament (1996), pada dasarnya kurang akurat dalam hal *free convection*, dimana hal ini menyangkut *thermal conductivity* dari *boundary* yang dipakai, sehingga mengakibatkan fenomena yang menyangkut *total temperature* pada bangunan tersebut menjadi kurang akurat, dan ini terbukti pada program CFX-5 ini. Oleh karena itu, hal ini perlu di sinergikan dengan *Aynsley's Natural Ventilation Chart*.

DAFTAR PUSTAKA

- Santosa, Mas, (1994), Rancangan Geometri dan Konstruksi Atap sebagai Aspek Penentu Tingkat Kenyamanan Hunian Bangunan, Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian ITS Surabaya, pp 7-13

**KAJIAN VENTILASI ATAP RUMAH
BERBASIS RUMAH JOGLO MANGKURAT
(Mohammad Pranoto S.)**

- Antaryama, IGN, (2004), Materi Perkuliahan Semester II: Desain Tanggap Lingkungan, Arsitektur Berkelanjutan, Program Pasca Sarjana Jurusan Arsitektur Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Satwiko, P, (2000), *Simulasi Perilaku Aerodinamik dan Termal Bangunan dengan Program Computational Fluid Dynamic (CFD)*, SENVAR 2000, Surabaya, edt: Santosa, M, Laboratory of Architectural Science and Technology, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering and Planning, ITS Surabaya.
- K, Ismunandar, (1986), *Joglo, Arsitektur Rumah Tradisional Jawa*, Dhahara Prize, Semarang, pp 91-105
- Szokolay, S. V., (1980), *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*, The Construction Press, Lancaster, pp 381 -383
- Swami, M. V., Chandra, S. (_____), *ASHRAE Transaction vol. 94 No. 1* pp. 243 – 226.
- AEA Technology plc., (2002), Introduction to CFX-5, CFX International, AEA Technology plc, 8.19 Harwell Didcot, Oxfordshire OX11 0RA, United Kingdom.
- Wonorahardjo, S; (2000), *A Study of Roof Ventilation Types and Their Influence on Indoor Thermal Comfort*. SENVAR 2000 . edt : Santosa ,M , Laboratory of Architectural Science and Technology , Department of Architecture ,Faculty of Civil Engineering and Planning, ITS Surabaya
- Koenigsberger, O, Ingersol, T.G, Mayhew, A and Szokolay, S.V. (1973), *Manual of Tropical Housing and Buildings. Part I: Climatic Design* , Bombay : Orient Longman
- Data Iklim Kota Yogyakarta Tahun 2000 – 2004, Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Lanud Adisucipto, Yogyakarta.